

Refroidissement d'un stator

L'invention se rapporte au refroidissement d'un stator d'une machine électrique, le stator comportant un circuit de refroidissement autonome c'est à dire distinct d'autre circuit de refroidissement comme par exemple, celui d'un rotor de la machine électrique. L'invention est
5 particulièrement adaptée au refroidissement d'une machine électrique fonctionnant à haute température et refroidie par une circulation d'huile. La température de l'huile est par exemple comprise entre 100 et 140 °C. L'étanchéité du circuit de refroidissement doit être assurée entre le stator immergé dans l'huile et l'ensemble rotor au niveau d'un entrefer séparant le
10 rotor du stator.

On a réalisé l'étanchéité du circuit de refroidissement au moyen d'une coque étanche solidaire du stator et disposée dans l'entrefer. Ce type de réalisation engendre de nombreuses contraintes. La coque, située dans l'entrefer, doit impérativement être non-conductrice de l'électricité afin de ne
15 pas produire des pertes qui seraient rédhibitoires. Elle doit être aussi mince que possible, car soit elle constitue un entrefer électromagnétique supplémentaire (si elle est amagnétique), soit elle augmente les fuites magnétiques (si elle est magnétique). Elle doit enfin assurer l'étanchéité à l'huile sur toute la longueur de la machine. Sa face externe est exposée à la
20 température relativement basse de l'huile circulant dans le stator, mais sa face interne est exposée à la température élevée de l'air présent dans l'entrefer. La coque doit avoir des caractéristiques mécaniques suffisantes pour résister à ce gradient de température important et également pour conserver ses dimensions et ne pas se déformer dans l'entrefer. L'ensemble
25 de ces contraintes peut se résumer à la réalisation d'une coque cylindrique mince et étanche, utilisant un matériau non-conducteur de l'électricité, et capable de résister à ces températures élevées sans se déformer.

L'invention a pour but de simplifier la réalisation de la coque en éliminant un grand nombre des contraintes mentionnées plus haut. A cet
30 effet l'invention a pour objet un stator d'une machine électrique comportant un circuit de refroidissement autonome, des moyens d'étanchéité du circuit de refroidissement par rapport à un rotor de la machine électrique, un circuit magnétique comportant des encoches, un bobinage disposé dans les

2

encoches, caractérisé en ce que les moyens d'étanchéité comprennent une coque étanche disposée en sandwich dans le circuit magnétique.

L'invention trouve une utilité particulière pour des machines électriques nécessitant une inductance de fuite élevée. Par exemple, lorsque
5 la machine est un alternateur, l'inductance de fuite permet de réduire le courant de court circuit en cas de défaut. Pour augmenter l'inductance de fuite, on réalise des encoches plus profondes que ne nécessite le remplissage du bobinage dans les encoches. La coque peut alors être positionnée en sandwich, à l'intérieur du circuit magnétique et la totalité du
10 bobinage peut néanmoins être disposée à l'extérieur de la coque et donc être refroidie par le circuit de refroidissement.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple, description illustrée par le dessin joint
15 dans lequel :

la figure 1 représente, en coupe partielle, une machine électrique comprenant un stator conforme à l'invention ;

la figure 2 représente un secteur angulaire du stator de la figure 1, en coupe par un plan perpendiculaire au plan de coupe de la figure 1.

20 La figure 1 représente une machine électrique 1 comportant un rotor 2 dont les détails ne sont pas représentés, ainsi qu'un stator 3 fixé à l'intérieur d'une carcasse 4 formée de deux pièces 5 et 6. Le rotor 2 et le stator 3 sont séparés par un entrefer 25. Le stator 3 comporte un circuit magnétique en deux parties 7 et 8 séparées par une coque 9. Ainsi la coque
25 9 est placée en sandwich dans le circuit magnétique. La carcasse 4 et la coque 9 forment une enceinte étanche 10 à l'intérieure de laquelle circule un fluide assurant le refroidissement du stator 3. On utilise par exemple de l'huile comme fluide de refroidissement. On peut placer un ou plusieurs joints toriques entre la carcasse 4 et la coque 9 pour améliorer l'étanchéité au
30 niveau de l'interface entre la coque 9 et la carcasse 4. Dans l'exemple représenté, deux joints 11 et 12 ont été mis en œuvre.

Avantageusement, la coque 9 est de forme tubulaire et est centrée autour d'un axe 13 de révolution de la machine électrique et le circuit magnétique comporte un premier empilage de tôles 7 réalisé à l'extérieur de

3

la coque 9 et un second empilage de tôles 8 réalisé à l'intérieur de la coque 9. Les tôles 7 et 8 sont planes et perpendiculaires au plan de la figure 1.

La figure 2 représente en coupe un secteur angulaire du stator 3 par un plan perpendiculaire à l'axe 13. Pour avoir une vision complète du stator 3, on duplique le secteur angulaire autour de l'axe 13.

Le premier empilage de tôles 7 comporte des encoches 14 à l'intérieur desquelles un bobinage 15 est disposé. Le bobinage 15 est par exemple formé de barres de cuivre 16 de section rectangulaire. Les encoches 14 sont avantageusement de largeur constante correspondant à la section des barres 16. Avantageusement, des canaux 17 sont ménagés entre les barres 16. Le fluide de refroidissement circule dans les canaux 17 afin de refroidir le bobinage 15 et l'ensemble du stator 3. Le bobinage est disposé au fond des encoches 14. On peut compléter le remplissage de chaque encoche 14 en disposant une cale 18 réalisé dans un matériau isolant telle qu'une résine chargée de fibres de verre. La cale 18 comporte avantageusement des canaux 17 afin d'améliorer le refroidissement du stator 3.

La coque 9 est disposée entre le premier empilage de tôles 7 et le second empilage de tôles 8. Ainsi la coque 9 n'est plus directement exposée à l'air de l'entrefer 25 et à sa température élevée comme dans l'art antérieur décrit plus haut.

Le second empilage de tôles 8 comporte également des encoches 20 disposées dans le prolongement des encoches 14 du premier empilage de tôles 7. Avantageusement le second empilage de tôles 8 comporte des ponts 21 assurant la fermeture des encoches 20, les ponts 21 étant situés au voisinage immédiat de l'entrefer 25.

La fermeture des encoches 20 par les ponts 21 constitue une alternative directe et simple à la mise en place de cales magnétiques dans des encoches droites et ouvertes. Ces cales auraient dû de toute façon être prévues pour notamment diminuer fortement les pertes en surface du rotor 3, pertes importantes dans le cas d'une frette massive. Les ponts 21 sont directement réalisés avec les tôles du second empilage de tôles 8. Ceci évite d'éventuels défauts de contact entre des tôles réalisant des encoches ouvertes et des cales magnétiques rapportées pour fermer les encoches.

Le second emplage de tôles 8 peut servir de support mécanique à la coque 9. Ceci permet l'utilisation de matériaux n'ayant pas les caractéristiques mécaniques d'une coque de l'art antérieur. Par exemple, il n'est pas nécessaire que la coque 9 soit autoporteuse. On peut par exemple
5 utiliser un simple revêtement étanche pour former la coque 9. Le revêtement est déposé sur l'un des emplacements de tôles 7 ou 8. On utilise, par exemple, un matériau composite comportant des fibres de verre noyées dans de la résine pour réaliser le revêtement.

La position de la coque 9 par rapport à la profondeur cumulée des encoches 14 et 20 peut être ajustée en fonction des différentes contraintes de réalisation, et ce dans une plage correspondant à la hauteur de la partie non remplie de cuivre du stator 3.
10

REVENDICATIONS

1. Stator (3) d'une machine électrique (1) comportant un circuit de refroidissement autonome, des moyens d'étanchéité du circuit de refroidissement par rapport à un rotor (2) de la machine électrique (1), un circuit magnétique comportant des encoches (14, 20), un bobinage (15) disposé dans les encoches (14, 20), caractérisé en ce que les moyens d'étanchéité comprennent une coque (9) étanche disposée en sandwich dans le circuit magnétique (7, 8).

2. Stator selon la revendication 1, caractérisé en ce que la coque (9) est de forme tubulaire et est centrée autour d'un axe (13) de révolution de la machine électrique.

3 Stator selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le circuit magnétique comporte un premier empilage de tôles (7) réalisé à l'extérieur de la coque (9) et un second empilage de tôles (8) réalisé à l'intérieur de la coque (9).

4. Stator selon la revendication 3, caractérisé en ce que le premier et le second empilage de tôles (7, 8) comportent des encoches et en ce que les encoches (20) du second empilage de tôles (8) sont disposées dans le prolongement des encoches (14) du premier empilage de tôles (7).

5. selon la revendication 4, caractérisé en ce que le bobinage (15) est complètement situé dans les encoches (14) du premier empilage de tôles (7).

6. Stator selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que le second empilage de tôles (8) comporte des ponts (21), assurant la fermeture des encoches (20) du second empilage de tôles (8), les ponts (21) étant situés au voisinage immédiat d'un entrefer (25) de la machine électrique.

7. Stator selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la coque (9) est formée par un revêtement de l'un des empilages de tôles (7 ou 8).

1/2

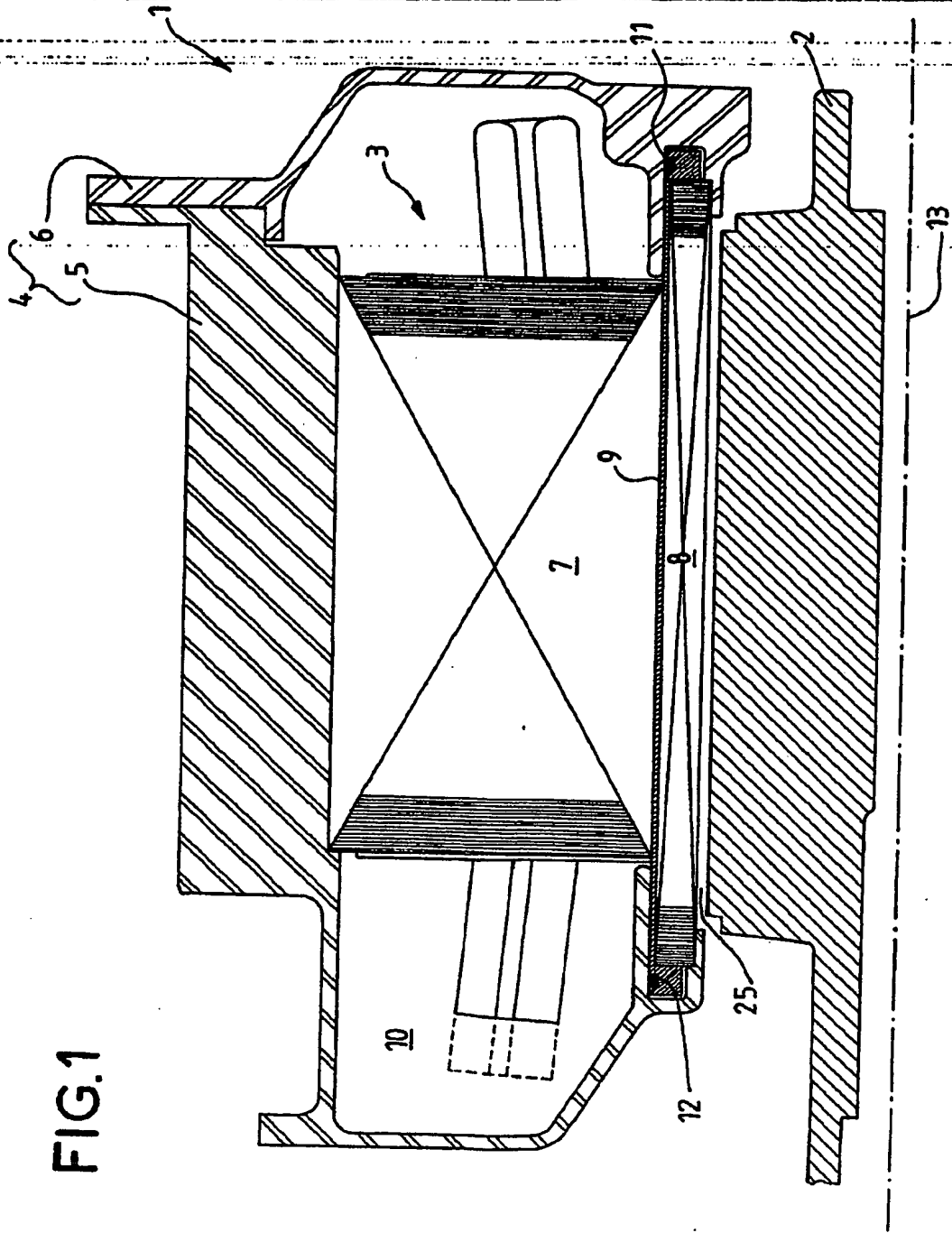


FIG. 1

2/2

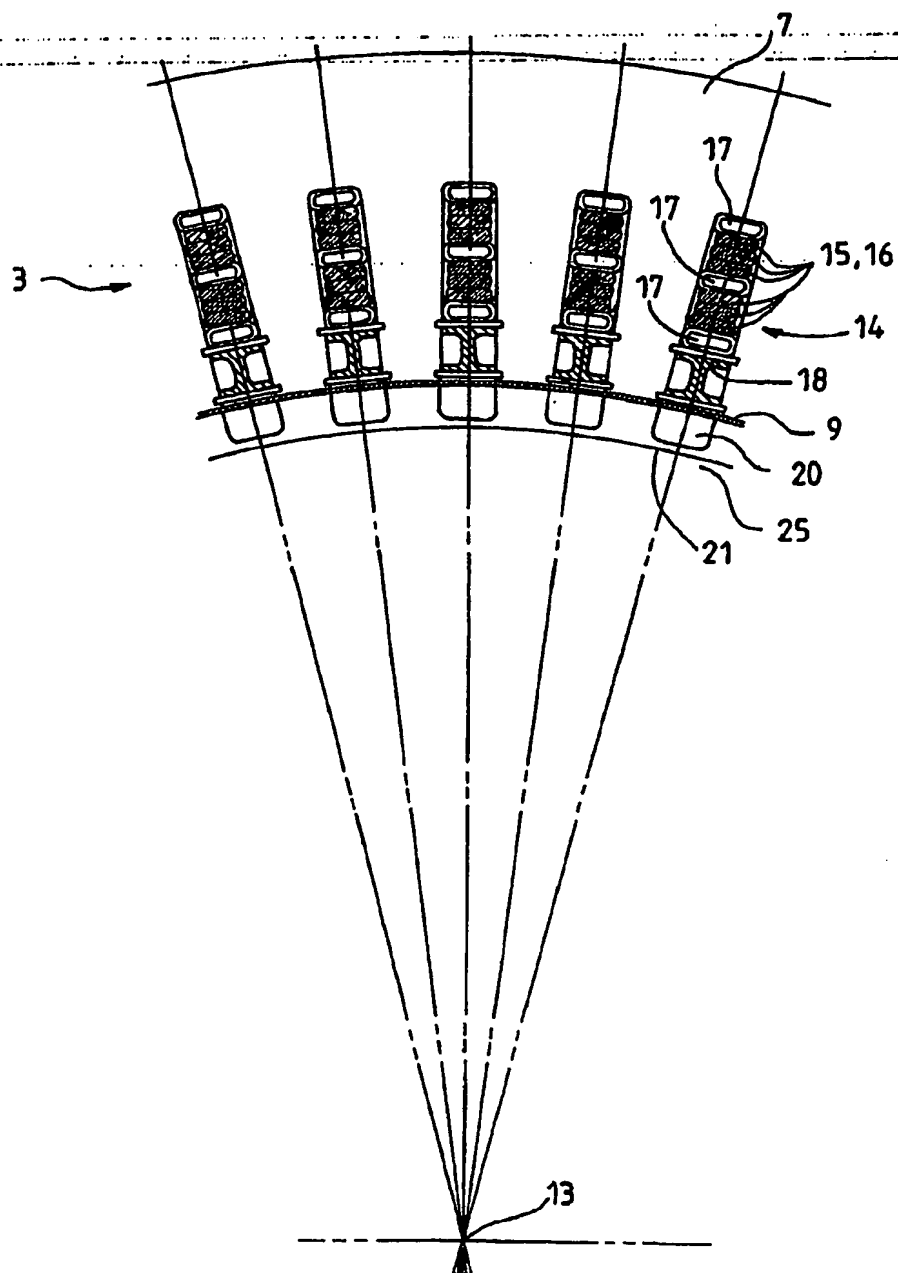


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/051337

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H02K9/197

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 908 347 A (DENK JOSEPH) 13 March 1990 (1990-03-13) abstract; figures 1-3	1-7
A	GB 2 145 882 A (TEIKOKU DENKI SEISAKUSHO KK) 3 April 1985 (1985-04-03) abstract; figures 1-3	1-7
A	US 5 519 269 A (LINDBERG FRANK A) 21 May 1996 (1996-05-21) abstract; figure 3	1-7
A	US 5 670 838 A (EVERTON JOHN M) 23 September 1997 (1997-09-23) abstract; figures 1,2	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 September 2004

Date of mailing of the international search report

05/10/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Tangocci, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/051337

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4908347	A	13-03-1990	US 4709180 A 24-11-1987
		EP 0349801 A2 10-01-1990	
		US 4987674 A 29-01-1991	
		DE 3679891 D1 25-07-1991	
		EP 0225132 A1 10-06-1987	
		JP 62126838 A 09-06-1987	
		US 4852245 A 01-08-1989	
		US 4968911 A 06-11-1990	
		US 5030877 A 09-07-1991	
		US 5233252 A 03-08-1993	
GB 2145882	A	03-04-1985	CH 570731 A5 15-12-1975
		DE 1277056 B 05-09-1968	
		FR 2293823 A1 02-07-1976	
		GB 742378 A 21-12-1955	
		JP 1604152 C 22-04-1991	
		JP 2027906 B 20-06-1990	
		JP 60026429 A 09-02-1985	
		JP 1684106 C 31-07-1992	
		JP 3050502 B 01-08-1991	
		JP 60026856 A 09-02-1985	
		JP 1684109 C 31-07-1992	
		JP 3050503 B 01-08-1991	
		JP 60069363 A 20-04-1985	
		GB 231486 A 12-11-1925	
		GB 485270 A 17-05-1938	
		DE 2305907 A1 06-06-1974	
		FR 2209248 A1 28-06-1974	
		GB 1007310 A 13-10-1965	
		GB 493569 A 11-10-1938	
		GB 1443530 A 21-07-1976	
		IT 1002111 B 20-05-1976	
		JP 899733 C 15-03-1978	
		JP 50005752 A 21-01-1975	
		JP 52026582 B 14-07-1977	
		NL 7302284 A ,B, 04-06-1974	
		US 3890515 A 17-06-1975	
		NL 149754 B 15-06-1976	
		NO 116054 B 20-01-1969	
		GB 1038564 A 10-08-1966	
		NL 156368 B 17-04-1978	
		NL 276214 A	
		NL 294877 A	
		NO 119446 B 19-05-1970	
		BE 836086 A1 28-05-1976	
		CH 588184 A5 31-05-1977	
		DE 2548798 A1 10-06-1976	
		DK 532175 A ,B, 03-06-1976	
		GB 1498999 A 25-01-1978	
		IE 41959 B1 07-05-1980	
		IT 1051781 B 20-05-1981	
		JP 51077748 A 06-07-1976	
		LU 73910 A1 01-07-1976	
		NL 7501195 A ,B, 04-06-1976	
		US 4146805 A 27-03-1979	
US 5519269	A	21-05-1996	AT 173117 T 15-11-1998
		CA 2192461 A1 21-12-1995	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/051337

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5519269	A	CN 1154181 A , B	09-07-1997
		DE 69505813 D1	10-12-1998
		DE 69505813 T2	29-04-1999
		EP 0764358 A1	26-03-1997
		JP 10501399 T	03-02-1998
		WO 9534936 A1	21-12-1995
US 5670838	A	23-09-1997	
		AT 144658 T	15-11-1996
		AU 671799 B2	12-09-1996
		AU 1870792 A	08-01-1993
		CA 2109821 A1	10-12-1992
		DE 69214812 D1	28-11-1996
		DE 69214812 T2	15-05-1997
		EP 0587812 A1	23-03-1994
		WO 9222121 A1	10-12-1992
		GB 2271673 A	20-04-1994
		JP 6507780 T	01-09-1994

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/051337

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5519269	A		CN 1154181 A , B DE 69505813 D1 DE 69505813 T2 EP 0764358 A1 JP 10501399 T WO 9534936 A1	09-07-1997 10-12-1998 29-04-1999 26-03-1997 03-02-1998 21-12-1995
US 5670838	A	23-09-1997	AT 144658 T AU 671799 B2 AU 1870792 A CA 2109821 A1 DE 69214812 D1 DE 69214812 T2 EP 0587812 A1 WO 9222121 A1 GB 2271673 A JP 6507780 T	15-11-1996 12-09-1996 08-01-1993 10-12-1992 28-11-1996 15-05-1997 23-03-1994 10-12-1992 20-04-1994 01-09-1994

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/EP2004/051337

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H02K9/197

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H02K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 908 347 A (DENK JOSEPH) 13 mars 1990 (1990-03-13) abrégé; figures 1-3	1-7
A	GB 2 145 882 A (TEIKOKU DENKI SEISAKUSHO KK) 3 avril 1985 (1985-04-03) abrégé; figures 1-3	1-7
A	US 5 519 269 A (LINDBERG FRANK A) 21 mai 1996 (1996-05-21) abrégé; figure 3	1-7
A	US 5 670 838 A (EVERTON JOHN M) 23 septembre 1997 (1997-09-23) abrégé; figures 1,2	1-7

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

27 septembre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

05/10/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Tangocci, A

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/EP2004/051337

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4908347	A	13-03-1990	US 4709180 A	24-11-1987
			EP 0349801 A2	10-01-1990
			US 4987674 A	29-01-1991
			DE 3679891 D1	25-07-1991
			EP 0225132 A1	10-06-1987
			JP 62126838 A	09-06-1987
			US 4852245 A	01-08-1989
			US 4968911 A	06-11-1990
			US 5030877 A	09-07-1991
			US 5233252 A	03-08-1993
GB 2145882	A	03-04-1985	CH 570731 A5	15-12-1975
			DE 1277056 B	05-09-1968
			FR 2293823 A1	02-07-1976
			GB 742378 A	21-12-1955
			JP 1604152 C	22-04-1991
			JP 2027906 B	20-06-1990
			JP 60026429 A	09-02-1985
			JP 1684106 C	31-07-1992
			JP 3050502 B	01-08-1991
			JP 60026856 A	09-02-1985
			JP 1684109 C	31-07-1992
			JP 3050503 B	01-08-1991
			JP 60069363 A	20-04-1985
			GB 231486 A	12-11-1925
			GB 485270 A	17-05-1938
			DE 2305907 A1	06-06-1974
			FR 2209248 A1	28-06-1974
			GB 1007310 A	13-10-1965
			GB 493569 A	11-10-1938
			GB 1443530 A	21-07-1976
			IT 1002111 B	20-05-1976
			JP 899733 C	15-03-1978
			JP 50005752 A	21-01-1975
			JP 52026582 B	14-07-1977
			NL 7302284 A ,B,	04-06-1974
			US 3890515 A	17-06-1975
			NL 149754 B	15-06-1976
			NO 116054 B	20-01-1969
			GB 1038564 A	10-08-1966
			NL 156368 B	17-04-1978
			NL 276214 A	
			NL 294877 A	
			NO 119446 B	19-05-1970
			BE 836086 A1	28-05-1976
			CH 588184 A5	31-05-1977
			DE 2548798 A1	10-06-1976
			DK 532175 A ,B,	03-06-1976
			GB 1498999 A	25-01-1978
			IE 41959 B1	07-05-1980
			IT 1051781 B	20-05-1981
			JP 51077748 A	06-07-1976
			LU 73910 A1	01-07-1976
			NL 7501195 A ,B,	04-06-1976
			US 4146805 A	27-03-1979
US 5519269	A	21-05-1996	AT 173117 T	15-11-1998
			CA 2192461 A1	21-12-1995

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/EP2004/051337

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5519269	A		CN	1154181 A , B	09-07-1997
			DE	69505813 D1	10-12-1998
			DE	69505813 T2	29-04-1999
			EP	0764358 A1	26-03-1997
			JP	10501399 T	03-02-1998
			WO	9534936 A1	21-12-1995
<hr/>					
US 5670838	A	23-09-1997	AT	144658 T	15-11-1996
			AU	671799 B2	12-09-1996
			AU	1870792 A	08-01-1993
			CA	2109821 A1	10-12-1992
			DE	69214812 D1	28-11-1996
			DE	69214812 T2	15-05-1997
			EP	0587812 A1	23-03-1994
			WO	9222121 A1	10-12-1992
			GB	2271673 A	20-04-1994
			JP	6507780 T	01-09-1994
<hr/>					

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.